ZUR

THEORIE DER SKOLIOSE

VON

PROF. EDUARD ALBERT

K. K. HOFRATH UND VORSTAND DER I. CHIRURGISCHEN UNIVERSITÄTS-KLINIK
IN WIEN

MIT 1 LITHOGRAPHIRTEN TAFEL UND 10 TEXTABBILDUNGEN.



WIEN 1890
ALFRED HÖLDER
K. u. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER
ROTHENTHURMSTRASSE 15.

Alle Rechte vorbehalten.

Druck von Friedrich Jasper, Wien.

R32708

Anerkanntermaassen bildet die Skoliose sowohl nach ihrer pathologischen Seite als auch in therapeutischer Hinsicht eines der schwierigsten Probleme der Chirurgie. Der eine Orthopäde meint, wir würden vielleicht einmal das Wesen der Skoliose, die Bedingungen ihrer Entstehung und ihres Fortschreitens verstehen, aber die Skoliose nie heilen können. Der andere meint umgekehrt, dass wir die Skoliose eher heilen als verstehen werden.

Das Studium der in neuester Zeit über die Skoliose veröffentlichten Arbeiten, namentlich der durch eingehende anatomische Betrachtung ausgezeichneten Abhandlungen von A. Lorenz und von C. Nicoladoni verschaffte mir viel Freude und Anregung; befriedigte mich aber nicht vollständig. Ich fühlte bald, dass ich an den Gegenstand selbst werde herantreten müssen, wenn ich nicht beständigen Zweifeln überlassen bleiben soll. Bekanntlich besteht zwischen den beiden genannten hervorragenden Fachmännern eine ernste Meinungsverschiedenheit. Wer hat Recht? Durch die ausserordentliche Güte des Herrn Prof. Kundrat erhielt ich eine Reihe schöner Skoliosen zur Benützung; ich danke meinem alten Freunde dafür auf das wärmste. Ich glaube in die Angelegenheit einige Klärung gebracht zu haben. Da die Arbeit für weitere ärztliche Kreise bestimmt ist, werden mir die Fachmänner es nicht übel nehmen, dass ich in der Darstellung auch auf Bekanntes zurückgreife.

I.

Die Torsion.

Wenn wir eine mit mehreren skoliotischen Verbiegungen behaftete Wirbelsäule von hinten betrachten, so ragen die Wirbelkörper an jedem Abschnitte der Krümmung stark in die Convexität hinein; handelt es sich z. B. um eine linksseitige Lumbal- und eine rechtsseitige Dorsalskoliose, so erscheinen bei hinterer Betrachtung die Körper der Lendenwirbel nach links, jene der Brustwirbel nach rechts von der entsprechenden Reihe der Dornfortsätze gelagert. Die zwischen den beiden Krümmungen gelegenen

Wirbelkörper stehen vor der Reihe der Dornfortsätze und sind von rückwärts unsichtbar. Im Ganzen macht die Wirbelsäule den Eindruck, als ob die Reihe der Dornfortsätze nur eine einfache, auf frontaler Projection ersichtliche Biegung, die Reihe der Wirbelkörper hingegen eine nicht mehr in einer Ebene, sondern im Raume sich abspielende Windung ihrer Reihe bieten würde.

Dieser Eindruck führte zur Aufstellung des Terminus Torsion der Wirbelsäule.

So sagt Rokitansky (Lehrb. d. path. Anat., 3. Aufl., 2. Bd., pag. 164): »Mit jeder beträchtlicheren Seitenkrümmung hat immer eine Drehung der Wirbel um ihre Achse, Rotatio spinae (Torsion), statt. Die Wirbel sind immer nach jener Seite um ihre Achse gewälzt, nach der die Krümmung stattfindet, d. i. die Wirbelkörper sehen nach der Convexität, die Dornfortsätze nach der Concavität der Krümmung hin; die stärkste Achsendrehung hat jener Wirbel erlitten, der den höchsten Punkt der seitlichen Abweichung bildet, und demgemäss wird der Dornfortsatz dieses Wirbels den tiefsten Punkt in der Reihe der abgewichenen Dornfortsätze einnehmen.« Die hier nur den groben Schein wiedergebende Beschreibung setzt noch Torsion und Rotation gleich, obwohl es einleuchtend ist, dass das, was wir Gesammttorsion der Wirbelsäule nennen, durch zwei wesentlich verschiedene Vorgänge zu Stande kommen könnte: einmal durch Bewegung der einzelnen Wirbel gegen einander um senkrechte Achsen, zweitens durch eine Torsion des Gefüges der einzelnen Wirbel.

In der That führte die nähere Verfolgung des Gegenstandes auf eine Rotationstheorie und eine Torsionstheorie.

Die Rotationstheorie ist in geistreicher Weise von H. Meyer (Virchow's Archiv, Bd. XXXV) entwickelt worden und lautet in gedrängter Wiedergabe etwa folgendermaassen: Die Wirbelsäule kann man sich zusammengesetzt denken aus zwei Systemen oder Combinationen. Das System der Wirbelkörper ist eine sehr wenig compressible Combination; das System der Wirbelbögen besitzt hingegen entschieden das Vermögen beträchtlicher Verkürzung. Diese verschiedenen Eigenschaften müssen sich bei den seitlichen Krümmungen in eigenthümlicher Weise geltend machen. Wenn man die Endpunkte eines Stückes der Wirbelsäule gegen einander nähert — wie es durch eine Belastung, eine seitliche Biegung geschehen kann — so wird sich die Körperreihe zu einem höheren, die Bogenreihe zu einem flacheren Bogen gestalten. Der Scheitel des von der Körperreihe gebildeten Bogens wird daher von der seine Sehne enthaltenden Mittelebene des Körpers weiter entfernt liegen, als der Scheitel des von der Bogenreihe gebildeten Bogens. Die Wirbelkörper rücken daher in die Convexität, die Bögen in die Concavität der Krümmung.

Die Torsionstheorie ist von Lorenz formulirt worden. Wenn man die Richtung der Bogenwurzeln eines skoliotischen Wirbels betrachtet, so

bemerkt man eine Abweichung von der normalen. Auf Seiten der Convexität stellt sich die Bogenwurzel in eine mehr sagittale, auf Seiten der Concavität in eine mehr frontale Richtung. Fasst man etwa eine im Dorsalsegmente nach rechts gerichtete Convexität ins Auge, so stellt sich die convexseitige (rechte) Bogenwurzel aus einer zwischen vorne links nach hinten rechts gehenden diagonalen Richtung in eine nahezu sagittale. Die concavseitige (linke) Bogenwurzel geht aus einer zwischen vorne rechts nach hinten links gerichteten Stellung in eine mehr frontale. Beide Bogenwurzeln verschieben sich gegen ihre normale Richtung, also in demselben Sinne, wie die zwei Zeiger einer Uhr, die einander folgen. Betrachtet man die Basalflächen eines skoliotischen Wirbelkörpers, so erscheinen sie ebenfalls gegen einander verschoben und da die Bogenwurzeln mit den anschliessenden Theilen des Bogens (den Gelenk- und Querfortsätzen, den Schlusstheilen des Bogens und dem Dornfortsatze) aus der oberen Hälfte des Wirbelkörpers hervorgehen, so drängt sich das Bild auf, als ob Jemand die obere Wirbelkörperhälfte (und damit das ganze System der Bogenbestandtheile) in eine, und die untere Wirbelkörperhälfte in eine andere Zange gefasst und nun, in entgegengesetztem Sinne drehend, die obere Körperhälfte gegen die Convexität und somit den Bogen gegen die Concavität der Krümmung bewegt hätte. Besichtigt man die vordere Fläche der Wirbelkörper, so zeigt ihre Corticalis eine dem Sinne der Torsion entsprechende schiefe Faserung und selbst die blossgelegte Spongiosa zeigt eine schiefe Richtung ihrer aufsteigenden Bälkchen.

Beide Theorien suchen also die Erscheinung des gewundenen Verlaufes der Wirbelkörperreihe aus verschiedenen Standpunkten zu erklären.

Frühzeitig aber machten sich Stimmen geltend, dass dieser gewundene Verlauf nur auf einem Scheine beruhe.

In einer ausgezeichneten Untersuchung, die Engel (Wiener medic. Wochenschrift 1868) über die anatomischen Details der skoliotischen Wirbel angestellt hat, bemerkt er, dass die Drehung nur eine scheinbare sei. »Weil gewöhnlich die hervorragenden Stellen als Richtpunkte angenommen werden zur Beurtheilung der Stellung der Wirbel, so gewinnt es den Anschein, als hätten sämmtliche Wirbel eine Drehung um eine Verticalachse nach der convexen Seite vorgenommen. Diese Stellung stellt sich augenblicklich als eine nur scheinbare heraus, wenn man die wahre (besser die ursprüngliche) Mittellinie der Wirbelkörper als Richtlinie nimmt.« In der That, wenn man die skoliotische Wirbelsäule von der Seite her betrachtet, so verschwindet der Eindruck der Torsion sehr stark, und man ist sehr geneigt, den Vorstellungen Engel's weiter zu folgen. Es scheint ihm, dass den ersten Anstoss zur Seitwärtskrümmung »die ungleiche Entwicklung der beiden Hälften eines oder mehrerer Wirbelkörper gegeben habe.« Nun zeigt er uns auch sofort, wie wir die ursprüngliche Mittellinie zu construiren haben. Am Bogen ist die Mitte dort gegeben,

wo die zwei Hälften der Dornfortsätze zusammenkommen, also am tiefsten Punkte der Incisura semilunaris. Am Wirbelkörper ist das Emissarium posterius die Mitte. Eine die beiden Punkte verbindende und nach vorne, wie nach rückwärts verlängerte Linie schneidet den Wirbel in zwei ungleich entwickelte Hälften. Den Wirbelkörper selbst schneidet diese Gerade in eine breitere concave und eine weniger breite convexe Hälfte. Markirt man sich die Punkte, wo diese Mittellinie die vordere Körperfläche der einzelnen Wirbel erreicht, und fasst man nun die Folge dieser Punkte ins Auge, so verschwindet der Eindruck der Torsion noch mehr, und wir gewinnen in der That die Anschauung, als ob es sich um eine ungleiche Entwicklung der Wirbelhälften handeln würde. Bald darauf betonte auch Hueter, dass die Torsion nur ein Schein sei, und dass man am skoliotischen Wirbel zwei ungleich entwickelte Seitenhälften erblicke, wenn man ihn durch eine Gerade zerfällt, die durch die Mittellinie der Dornfortsätze gezogen und nach vorne verlängert wird. Die eine Hälfte biete sogar ganz das Ansehen der unentwickelten (kindlichen), die andere die der entwickelten Wirbel.

Seit dieser Zeit steht die Asymmetrie der skoliotischen Wirbelkörper im Vordergrund, und sie ist es, die von Vielen als das Princip im Bau der skoliotischen Wirbelsäule angesehen wird.

Einer der eifrigsten Verfechter dieser Anschauungsweise ist Professor C. Nicoladoni.

In einer Arbeit, welche unter dem Titel: »Die Torsion der skoliotischen Wirbelsäule« im Jahre 1882 erschien, betont Nicoladoni vor Allem, dass es sich in erster Linie um den Wirbelkörper handle, und dass die ursprüngliche Mittellinie an diesem selbst zu bestimmen sei.

Um zunächst das anatomische »Vorne« zu bestimmen, d. h. die Mitte an der vorderen Fläche des Wirbelkörpers, weist Nicoladoni auf das Verhalten der Fascia longitudinalis anterior hin, welche bekanntlich mit dem Perioste der vorderen Fläche der Wirbelkörper auf das innigste verwebt ist, während sie die Zwischenwirbelscheiben überspringt. Durch verdienstvolle Untersuchung dieses Bandes an der skoliotischen Wirbelsäule findet nun Nicoladoni, dass dieses Band auf Seiten der Convexität dünn, faserarm, immer sparsamer und schmächtiger werdend, mit seinen letzten Fasern ziemlich nahe an den vorderen Rand der Zwischenwirbellöcher herantritt. Auf Seiten der Concavität ist wiederum das Band dicker und dichter, seine Faserbündel sind aneinandergedrängt und dicht zusammengeschoben, und der freie Rand bildet eine scharf gezeichnete concave Falx. Das Verhalten des Bandes zeigt uns an der convexen Seite des Wirbelkörpers, dass der letztere hier thatsächlich in die Breite gewachsen ist, und wenn wir hier die anatomische Mitte zwischen rechts und links suchen, so kann sie nur so angedeutet werden, dass sie der Massenmitte des vorderen Bandes entsprechend dem concaven Rande sehr nahe liegt.

»Construirt man nach diesen Principien (l. c. p. 15) die vordere Mittellinie einer skoliotischen Wirbelsäule, so liegt sie nimmermehr auf der Höhe der in der Convexität am meisten vorspringenden Punkte der Wirbelkörper, sondern sie verläuft vielmehr im Bereiche der concaven Buchten der Verkrümmung. Zeichnet man sich eine solche — immer nur beiläufig richtige Linie — in ein Wirbelbandpräparat, oder in eine davon genommene Abbildung hinein, so verliert der frühere Eindruck des Torquirten bei weitem an Unmittelbarkeit, da nun das Augenmerk auf ein ganz anderes »Vorne« gerichtet wird.

Aus der Verbreiterung des vorderen Längsbandes nach Seite der Convexität den Schluss ziehend, dass der Wirbelkörper sich nach der druckfreien Seite hin mächtig entfaltet, betrachtet Nicoladoni nun die hintere Fläche des Wirbelkörpers. Immer die Verhältnisse der Bänder im Auge behaltend, findet er an der Fascia longitudinalis posterior, die im Gegensatze zum vorderen Längsbande mit dem Knochen gar nicht, wohl aber mit den Intervertebralscheiben verwachsen ist, dass sie nicht mehr die Mitte occupirt. An den indifferenten, d. h. in der Mittellinie gelegenen Wirbeln ist sie wohl noch medial gelagert; aber an den Wirbeln, welche die Krümmungen constituiren, ist sie aus der Mitte hinausgewandert und zwar immer in der Richtung gegen die Convexität, und mit ihr auch die darunter liegenden Emissarien. Was bedeutet nun dieses Hinauswandern des hinteren Längsbandes und der Emissarien? Darüber gab das Verhalten des Nucleus pulposus Aufschluss. Nur an den indifferenten Wirbelkörpern war der Nucleus in der Mitte der Zwischenwirbelbandscheibe gelagert. »Darüber und darunter (l. c. p. 19) verliess derselbe die Mitte des Bandes und war nur mehr asymmetrisch gelagert zu finden und zwar lag er um so weiter lateralwärts gegen die Convexität hin verschoben, je näher dem Culminationspunkte der Krümmung die untersuchte Zwischenbandscheibe gelegen war«. Und nun erklärt sich Nicoladoni den Hergang so: »Von dem Momente der ungleichmässigen Belastung einer einzigen Wirbelhälfte — gleichgiltig, was immer diese eingeleitet haben mag — ist die stärker gepresste im Wachsthum zurückgeblieben, die andere jedoch bedeutend voraus geeilt. In dieses starke Wachsthum wurden insbesondere die um den Nucleus pulposus, um die Wirbelaxe herum gelegenen Theile des Wirbelkörpers hineinbezogen, denn sobald die Säule ins Neigen kam, drückt die Schwere der darüber liegenden Masse nicht mehr in der Wirbelaxe, sondern mehr nach jener Seite hin, wohin sich das System zu neigen begann. Ist nun die um die Wirbelaxe gruppirte Knochenmasse mehr gewachsen — wobei die Idee eines interstitiellen Knochenwachsthums nicht entbehrt werden kann — so rückt der Nucleus pulposus nach der Wachsthumsrichtung hin, i. e. mehr gegen die Convexität — mit ihm die benachbarten Theile des Zwischenwirbelbandes und was daran haftete, i. e. das hintere Längsband.

Als untrügliches Zeichen dieses asymmetrischen Wachsthums muss man aber die Stellung der hinteren Emissarien ansehen, die die gleiche relative Ortsbewegung mitgemacht haben; zum Beweise, dass die Ortsbewegung der Fascia longitudinalis posterior, des Zwischenwirbelbandes und des Nucleus pulposus in dem veränderten Knochenwachsthume des Wirbelkörpers eine gemeinsame Ursache besitzen.«

Nun geht Nicoladoni an die Construction der ursprünglichen Mittellinie eines skoliotischen Wirbelkörpers. Das anatomische Vorne ist, wie oben gesagt, durch einen Punkt gegeben, der, nur annäherungsweise bestimmbar, nahe am concaven Rande der Falx des Ligamentum longitudinale anterius liegt; das anatomische Hinten liegt nicht im Emissarium, weil dieses gegen die Convexität hin ausgewandert ist, sondern es muss constructiv gefunden werden und zwar beiläufig so, dass man am nächsten indifferenten Wirbel die Distanz der Mitte des hinteren Längsbandes von einer Bogenwurzel in den Zirkel nimmt und sie an dem fraglichen Wirbel vom Rande der concaven Bogenwurzel her an der hinteren Wirbelkörperfläche aufträgt. Zur Versinnlichung dieser Bestimmung gibt Nicoladoni die hier getreu copirte Figur. Man sieht an der Vorderfläche des Wirbelkörpers den Querschnitt des vorderen Längsbandes und ungefähr unter *b* dessen Massenmitte; den Nucleus pulposus und den Querschnitt des hinteren Längsbandes sieht man nach der Convexität hinübergewandert und die Mitte an der hinteren Fläche des Wirbelkörpers ist nach einem anderen Wirbel — nach dem nächsten Interferenzwirbel — bestimmt. Und so theilt die punktirte Linie den Wirbel in eine kleinere concave und eine grössere convexe Fläche. Ohngefähr dasselbe Resultat erhält Hueter: eine kleinere (infantile) concave und eine grössere convexe Hälfte (wobei jedoch zu bemerken ist, dass es mit der Naturtreue der Hueter'schen Zeichnungen ab und zu schlecht bestellt war und auch hier sicher der Natur Gewalt angethan wurde).

Fig. 1.



Es ist nun eine sehr auffallende Thatsache, dass sowohl Nicoladoni als auch Hueter, indem sie Engel zu einem Vertheidiger ihrer analogen Ansicht machen, gar nicht erwähnen, dass Engel, indem er die Asymmetrie der Wirbelkörperhälften betont, zu einem ganz anderen Resultate der Theilung kommt als die beiden genannten Autoren. Die Engel'sche

Theilungslinie trifft den Wirbelkörper so, dass auf Seite der Convexität eine kleinere, auf Seite der Concavität eine grössere Fläche herauskommt. Man braucht nur auf der obigen Nicoladoni'schen Zeichnung jene Linie zu ziehen, die Engel zieht: sie geht von dem Punkte, wo die beiden Hälften des Dornfortsatzes am hinten Bogenumfange in der Mitte zusammentreffen, durch das Emissarium (in der Nicoladoni'schen Figur entspricht dem Emissarium die Mitte des Querschnittes des hinteren Längsbandes) und schneidet somit den Nucleus pulposus, so dass auf der concaven Seite eine viel grössere Fläche des Körpers zu liegen kommt als auf der convexen. Wir werden auf diesen Punkt noch zurückkommen.

Nach der soeben skizzirten Arbeit Nicoladoni's erschien die ausführliche Monographie von A. Lorenz: Pathologie und Theraphie der seitlichen Rückgrat-Verkrümmungen (1886), deren theoretischen Succus wir schon eingangs formulirt haben.

Selbstverständlich hatte sich Lorenz mit den Nicoladoni'schen Aufstellungen in erster Linie zu beschäftigen und bekämpfte einzelne derselben eingehend. Eine umfassende Antwort darauf gab Nicoladoni in der umständlichen Arbeit: »Die Architektur der skoliotischen Wirbelsäule (Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften, mathem.-naturw. Cl. Bd. LV.)«, welche von Lorenz kritisirt und in den meisten Punkten anerkannt wurde. Es wird sich sofort zeigen, wie viel Unrecht Lorenz that, seinem Gegner das Feld überall zu räumen. Wir werden die einzelnen Punkte kritisch durchgehen.

Was das Verhalten des vorderen Bandes betrifft, so wendete Lorenz ein, es sei eine altbekannte Erscheinung, dass bei jeder Difformität die an dem verkrümmten Theile des Skeletes gelegenen Weichtheile die Neigung besitzen, sich gegen die Concavität der Krümmung zusammenzudrängen, ja dass Bänder und Sehnen ihre Insertion verändern.

In dieser Allgemeinheit ist die Behauptung richtig; aber Nicoladoni weist eingehend nach, dass sie auf den vorliegenden Fall keine Anwendung finden könne, und dass die Verbreiterung des Bandes thatsächlich auf einem verstärkten Wachsthume des damit innigst verbundenen Knochens beruhe. Hier hat Lorenz zweifelsohne den Kürzeren gezogen. Den anatomischen Mittelpunkt an der Vorderfläche des skoliotischen Wirbelkörpers hat Nicoladoni jedenfalls besser bestimmt.

Was den Mittelpunkt an der hinteren Fläche des Wirbelkörpers betrifft, so hat Lorenz auch hier mit seiner Behauptung nicht Stand halten können. Er erklärte nämlich die geringere Distanz zwischen der convexseitigen Bogenwurzel und dem hinteren Emissarium, respective dem es deckenden Längsbande daraus, dass nicht dieses letztere hinaus, sondern die erstere sich herein begeben habe. Die Abknickung der concavseitigen Bogenwurzel sei es, welche die geringere Distanz zwischen ihr und dem Emissarium bedinge. Das widerlegt Nicoladoni gründlich.

Aber viele der wichtigsten Bemerkungen Lorenz' hat Nicoladoni gar nicht beantwortet und in der Frage, wo der Mittelpunkt der hinteren Fläche zu suchen sei, an seinem Irrthume festgehalten, ja ihn mit einem neuen Scheinmotive gestützt, das sogar Lorenz ausser Fassung gebracht und zum Anhänger des Irrthums gemacht hat. Es soll auf diesen Punkt nun ausführlich eingegangen werden.

Wenn wir auf die obige Figur Nicoladoni's hinblicken und uns erinnern, wie lebhaft er uns das starke Wachsthum der um den Nucleus pulposus, um die Wirbelaxe herum gelegenen Wirbeltheile geschildert hat, so müssen wir uns verwundern, warum dieses starke Wachsthum nicht auch auf der Seite der Convexität platzgegriffen. *Gerade auf dieser Seite ist ja der Wirbel am meisten entlastet; hier muss das Wachsthum am leichtesten vor sich gehen, so dass der Wirbelrand hier weit hinausrücken müsste.* Und doch sehen wir, dass der convexseitige Rand des Wirbelkörpers hier ganz nahe am Nucleus pulposus sich befindet. Diesbezüglich sagt schon Lorenz Folgendes: »Sind Wachsthumshemmung und Wachsthumsbeschleunigung abhängig von der grösseren und geringeren Belastung der beiden Wirbelhälften, dann geht es nicht an, mit Nicoladoni ein stärkeres Wachsthum der um die Wirbelaxe gelegenen centralen Theile des Wirbelkörpers und der Bandscheibe anzunehmen. Es kann sich dann vielmehr nur um ein vermehrtes Wachsthum der weniger belasteten *gesammten* convexseitigen Wirbelhälfte handeln und um ein geringeres Wachsthum der stärker belasteten concaven Hälfte. Durch solche Wachsthumsverhältnisse könnte aber niemals ein »Wandern« des hinteren Emissarium nach Seite der Convexität bedingt sein, sondern es müsste durch die Wachsthumsvermehrung der convexseitigen Körperhälfte im Gegentheile eine *Vergrösserung* der Distanz zwischen Emissarium und convexseitigem Körperrand zu Stande kommen.«

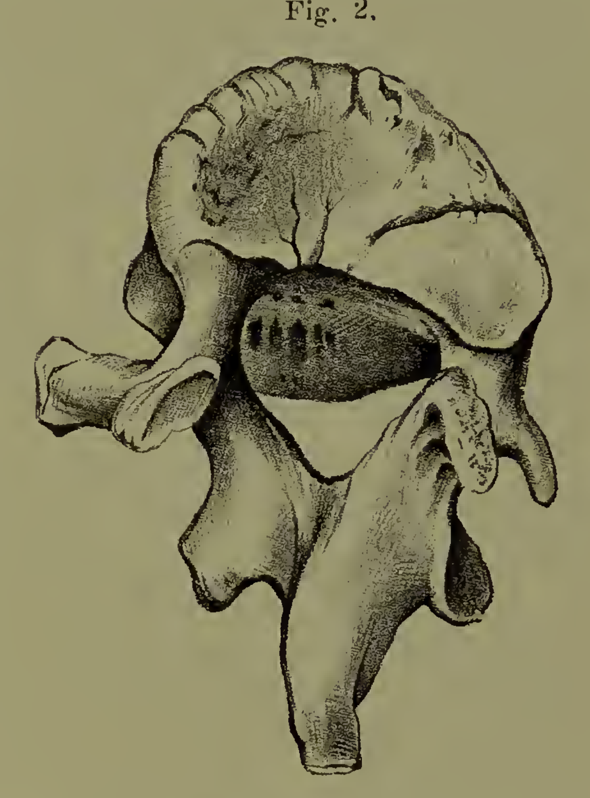
Billigerweise hätte man erwarten dürfen, dass Nicoladoni zu diesem Einwande irgend eine Stellung nimmt, dass er uns irgend einen Grund angibt, warum er sich denkt, dass das Wachsthum um den Nucleus pulposus eigentlich nicht »herum« stattfindet, sondern nur auf der concaven Seite. Die Frage ist ja klar: Warum ist bei dem verstärkten Wachsthum um den Nucleus pulposus »herum« der convexseitige Wirbelrand doch gar so nahe am Emissarium?

In diesen Einwand vertieft sich Nicoladoni nicht, er weicht ihm sorgfältig aus; aber er bringt dann bei Besprechung anderer Momente eine neue Thatsache herbei, und diese soll das Hinausrücken des Emissariums erklären. Die Thatsache ist in der beiliegenden Figur veranschaulicht. Nicoladoni sagt (Denkschriften, pag. 22):

»Die Figur zeigt den jugendlichen zweiten Lendenwirbel der dazu gehörigen Scoliosis lumbalis sinistro-convexa von oben und hinten gesehen. Wir finden hier trotz der Mindergradigkeit der Verkrümmung den Napf des

Nucleus pulposus weit excentrisch in der Convexität gelegen und auch die hier allein deutlich sichtbare concavseitige Epiphysenfuge in weitem Abstande von ihrer kurzen, aber um so massigeren Bogenwurzel. Man beachte aber wohl den Stand des Venenemissariums an der hinteren Wirbelkörperfläche, wie genau der Lage des Nucleus pulposus entsprechend dasselbe gegen die convexe Seite der Verkrümmung hinausgewandert ist, und es wird keinem objectiven Beobachter dieses Wirbels beifallen zu sagen, dieses Emissarium sei durch Abknickung der convexseitigen Bogenwurzel gegen die andere Seite hin in die knappe Nähe derselben gebracht worden. An der schlanken, langen Bogenwurzel unseres Lendenwirbels ist nicht die Spur einer solchen Abbiegung zu erkennen. Was bedeuten nun diese sonderbaren Befunde? Ich muss gestehen, dass ich anfangs einigermassen durch diese eigenthümliche Gruppirung des axialen Theiles des Wirbelkörpers und der Bogenepiphysen überrascht war, besonders aber durch das weite Hinauswandern der concavseitigen Bogenepiphysen gegen die convexe Seite der Verkrümmung. Die Sache lässt, wie mir scheint, keine andere Deutung als folgende: Sobald einmal ein höherer Grad von habitueller Skoliose eines jugendlichen Individuums entwickelt, also im Bereiche der concaven Seite der Krümmung eine beträchtliche Contractur ausgebildet ist, ruht die ganze ober einem skoliotischen Scheitelwirbel befindliche Last gar nicht mehr im Wirbelkörper, sondern auf den Processus articulares, welche daher sehr frühzeitig schon bedeutende, den neuen statischen Leistungen entsprechende, auch von Lorenz l. c. des Näheren gewürdigte Form- und Grössenveränderungen eingehen. An dem Tragen dieser Last nehmen höchstens noch die der Bogenwurzel unmittelbar benachbarten Partien des Wirbelkörpers theil, während alle anderen Regionen des Wirbelkörpers schon von der concavseitigen Bogenepiphyse angefangen nur mehr ein Minimum der Körperlast zu tragen haben, und zwar um so weniger, je mehr sie sich der convexseitigen Körperhälfte nähern. Entsprechend diesem in die Proc. articulares hinein fallenden excentrischen Druck der Körperlast erfährt der Scheitelwirbel durch die Neigung der benachbarten Wirbel auf ihre concavseitigen Gelenkfortsätze eine solche Vertheilung zwischen Maximum der Pressung und Druckentlastung, dass dadurch das Gros des Wirbelkörpers

Fig. 2.



gegen die convexe Seite der Krümmung hinübergedrückt würde, wenn derselbe aus einer weichen Masse bestünde. Anstatt dessen antwortet der Wirbel durch eine energische Wachsthumsrichtung gegen die Convexität, d. i. die druckfreie Seite, hinaus, welche aber schon um die concave Bogenepiphyse herum beginnt, und die ihr feststehendes Centrum im Proc. articularis der concaven Seite besitzt.«

Durch diese Vorstellung liess sich, wie gesagt, auch Lorenz gefangennehmen. Schon von der concavseitigen Bogenepiphyse an fängt der Wirbelkörper gegen die Convexität zu wachsen an, und folglich ist ein Hinausrücken des Emissarium in dieser Richtung erklärt! Darin liegt die Täuschung. Sie ist aber leicht aufzudecken. Wenn es per inconcessum wahr wäre, dass der Wirbelkörper schon von der concavseitigen Bogenepiphyse an nach der Seite der Convexität in die Quere auswächst und zwar weil der Wirbelkörper schon hier eine ganz geringe Belastung zu tragen hat so wird allerdings das Emissarium nach der convexen Seite verschoben, werden können. Aber die jenseits des Emissariums gelegene (convexseitige) Hälfte des Wirbelkörpers wird doch auch in die Quere wachsen und zwar noch mehr als die concavseitige, weil hier die Entlastung noch bedeutender ist. Es wird also der convexseitige Wirbelkörperrand und die convexseitige Bogenwurzel durch das vermehrte Wachsthum nach der Seite der Convexität hinausrücken und somit die Distanz zwischen Emissarium und der convexseitigen Bogenwurzel sich auch vergrössern müssen. Wenn nicht, dann macht das quere Wachsthum am Emissarium Halt und der ganze Vorgang spielt sich nur am concavseitigen Theile des Wirbelkörpers ab.

Hier muss man Nicoladoni bitten, sich direct auszusprechen: Hält er dafür, dass das Emissarium hinauswandert durch die quere Entfaltung des Wachsthums des ganzen Wirbelkörpers oder nur seiner concaven Hälfte? Wächst die convexe Hälfte auch in die Quere? Ja oder Nein?

Selbstverständlich kann die Antwort nur Nein lauten. Die convexe Hälfte wächst hinten gar nicht in die Quere, nur die concave wird breiter.

Und da zeigt sich überall, dass Nicoladoni bei der ganzen Betrachtung von einem falschen Principe ausging.

Gehen wir einmal voraussetzungslos und von keiner fertigen Theorie befangen an die Betrachtung.

Wenn wir einen asymmetrisch gestalteten Unterkiefer betrachten, so werden wir die Symphyse desselben, beziehungsweise die zwischen den mittleren Schneidezähnen gelegene Mittellinie als die Grenze zwischen der rechten und linken Hälfte ansehen, und sollte sich die Strecke von hier bis zum rechten Gelenkskopf verlängert erweisen, so werden wir sagen, die rechte Unterkieferhälfte sei verlängert. Es wird uns nicht einfallen, mit dem Zirkel an einem zweiten normalen Unterkiefer die Länge der rechten Hälfte abzunehmen, auf den fraglichen Unterkiefer aufzutragen

und dann zu behaupten, die aufgetragene Distanz bestimme die Mitte zwischen rechts und links. Wir können uns zwar erlauben, zu sagen, die Symphyse sei nach links hinausgewandert; allein immer bleibt die Symphyse die Grenze zwischen rechts und links und der Vorgang, *durch* welchen die Symphyse hinausgeführt erscheint, ist eben ein Vorgang, der sich auf der *rechten* Hälfte des Knochens abspielt.

Wenn bei einer Beckenobliquität die Symphyse nach rechts, das Promontorium nach links gelegen erscheint, so sagen wir: die Conjungata verlaufe schief, das Becken zerfalle in eine rechte und zugleich etwas hintere und in eine linke und zugleich etwas vordere Hälfte. Wem würde es einfallen, mit dem Zirkel die Masse an einem normalen Becken abzunehmen und an dem fraglichen Becken das »Mitte hinten« und das »Mitte vorn« aufzutragen? Dann würde ja die Symphyse ein Theil der rechten, und die Mitte des Promontoriums ein Theil der linken Beckenhälfte werden.

Wenn nun Nicoladoni am skoliotischen Wirbel die »Mitte« hinten dadurch bestimmt, dass er an den nächsten indifferenten Wirbel geht und hier mit dem Zirkel abmisst und die gewonnene Breitenhälfte auf dem fraglichen Wirbel aufträgt: so verfährt er anatomisch absurd. Es ist dies um so auffälliger, als er bei der Bestimmung des »Mitte vorn« auf einem ganz richtigen Standpunkte steht und anatomisch richtig vorgeht, und *überdies das Emissarium als den Mittelpunkt der hinteren Fläche des normalen Wirbelkörpers ausdrücklich anerkennt!*

Indem wir also bei der Betrachtung der skoliotischen Wirbel das Emissarium als den Mittelpunkt der Hinterfläche des Wirbelkörpers *unter allen Bedingungen* festhalten müssen, gelangen wir zu keiner anderen Aussage als zu der: am skoliotischen Wirbel erscheint die Hinterfläche der *concaven* Hälfte breiter. Indem wir weiter die Bestimmung des »Mitte vorn«, wie sie Nicoladoni getroffen hat, acceptiren, gelangen wir zu einer Sagittalaxe, die schräg verläuft, und *die uns sich so ergebende Asymmetrie erscheint als eine Obliquität des Wirbelkörpers.* Die Asymmetrie ist also keine laterale, zwischen links und rechts, sondern eine durch eine schiefe Grenze bestimmte: eine Asymmetrie zwischen hinten rechts und vorne links, wenn die Convexität der Krümmung nach rechts sieht.

Wie sich aus dem Vorausgegangenen ergibt, ist also die bisherige Untersuchung zur Annahme dreier verschiedenen Asymmetrien gelangt:

Engel's Asymmetrie ist eine laterale: die Mittellinie theilt den Wirbelkörper in eine grössere concave und eine kleinere convexe Hälfte.

Hueter's und Nicoladoni's Asymmetrie ist eine laterale: die Mittellinie theilt den Wirbelkörper in eine grössere convexe und eine kleinere concave Hälfte.

Unsere Asymmetrie ist eine Obliquität: die Mittellinie zieht so, dass an der convexen Seite die vordere, an der concaven Seite die hintere Fläche des Wirbelkörpers die breitere ist.

Da mag es nun vor Allem auffällig erscheinen, wie Engel die convexe, Hueter und Nicoladoni wiederum die concave Hälfte des Wirbelkörpers enger finden konnten. Es muss hier ein tiefer Gegensatz in den Principien gesucht werden. Nun gehen aber beide Parteien doch von dem einen Grundsatze aus, dass Druckverhältnisse das Massgebende sind. Offenbar ist es also die verschiedene Anwendung desselben Princips, welche zu so verschiedenen Resultaten führte. In der That liegt es auf der Hand, wie die verschiedene Anwendung desselben Princips vor sich ging. Nicoladoni kommt über die Flächenansicht des Wirbelkörpers nicht hinaus. Engel hingegen hat aber auch die Höhendimension im Auge. Die convexe Wirbelkörperhälfte ist zwar an Flächenausdehnung weniger umfänglich, dafür ist sie aber höher; die concave Wirbelkörperhälfte ist zwar niedriger, dafür aber in die Fläche ausgewachsen. Es ist klar, dass die Engel'sche Beobachtungsweise eine reichere und befriedigendere ist. Wie es sich mit den Höhendimensionen bei unserer Form der Asymmetrie verhält, wird später besprochen werden.

Wir wollen dafür an dieser Stelle ein anderes Moment hervorheben. Wenn die Mittellinie, die den Wirbelkörper schräg theilt, mit ihrem vorderen Ende nach der Seite der Concavität (Nicoladoni's Mitte vorn) sieht, so ergibt sich, dass bei einer Doppelkrümmung, z. B. dorsal rechts, lumbal links, die Mittellinien der Dorsalwirbel nach links, jene der Lumbalwirbel nach rechts sehen werden, während an den Interferenzwirbeln die Richtung der Mittellinien eine sagittale sein wird. Wir können hierin ganz gut eine Art Torsion erblicken.

Ich will das in Folgendem motiviren. Wenn wir an einer normalen Wirbelsäule die Torsion künstlich erzeugen, so geschieht es nur durch Bewegung der Wirbel gegeneinander, durch Drehung. Die Brüder Weber und später Volkmann haben den Grad dieser möglichen Drehung bestimmt. Bei jeder Drehung weicht die sagittale Axe des Wirbels aus der Sagittalebene heraus. Die Bedingungen hiezu sind von Henke in der Gestalt der Gelenkflächen gefunden worden. Wenn wir eine Wirbelsäule skoliotisch ausbiegen könnten, ihr also eine rechtsgerichtete Convexität im Dorsalsegmente, eine linksgerichtete im Lumbalsegmente verleihen könnten, ohne dass eine gleichzeitige Drehung stattfinden würde, so würden die Mittellinien der Wirbel sämmtlich sagittal stehen, aber nicht in einer Sagittalebene; sie würden an dem rechts ausgebogenen Dorsalsegmente etwa in einem nach rechts convexen Stück der Mantelfläche eines horizontal liegenden Cylinders stehen; an dem links ausgebogenen Abschnitte der Lende würden die Mittellinien wieder in einem nach links convexen Stücke der Mantelfläche eines Cylinders stehen; die Axen der Cylinder senkrecht

gedacht gegen die Frontalebene. Noch besser ist vielleicht folgender Vergleich: Man nehme einen Bogen Papier, halte ihn in der Sagittalebene und krümme ihn so, dass der Längsrand dabei die Gestalt einer skoliotischen Wirbelsäule erhält; die Mittellinien der sämmtlichen Wirbel würden dann in die gekrümmte Fläche des Papiers fallen. Da aber mit jeder experimentellen Krümmung eine Drehung einhergeht, so weichen die Mittellinien aus dieser krummen, aber auf der Frontalebene noch immer senkrechten Fläche in dem einen Abschnitte nach links, in dem anderen nach rechts aus. Immer ist also das Ausweichen aus einer auf die Frontalebene senkrechten Fläche das Zeichen und das Mass der Torsion. Und insoferne können wir von einer Torsion der Wirbelkörperreihe sprechen, sobald Analoges vorliegt. Das ist aber durch die Obliquität der skoliotischen Wirbelkörper thatsächlich gegeben.

Berücksichtigen wir nun die Wirbelbögen in derselben Ansicht, wie es bisher mit den Wirbelkörpern geschah. Als Mittellinie des Wirbelbogens können wir eine Gerade ansehen, die von dem vordersten Punkte der Vereinigung der beiden Hälften des Dornfortsatzes zum Emissarium posterius zieht (die Engel aber als die Halbirungslinie des ganzen Wirbels ansah.) Gegen die Richtigkeit dieser Linie lässt sich kein Einwand erheben, da der hintere Punkt thatsächlich eine Mitte, eine Symphyse vorstellt das Emissarium aber genau die Mitte der Distanz zwischen beiden Bogenwurzeln bestimmt. Wollte man eine vom Wirbelkörper ganz unabhängige Linie haben, so könnte man von dem unanfechtbaren hinteren Punkt jederseits eine Gerade zu den Bogenwurzeln ziehen (die Sehnen der beiden Bogenhälften) und den Winkel, den die Sehnen einschliessen, halbiren, die Halbirungsgerade würde dann den normalen Bogen in zwei gleiche seitliche Hälften theilen.

Begnügen wir uns vorerst mit der ersteren Linie, so zeigt sich, dass sie den Wirbelbogen in zwei asymmetrische Hälften theilt und somit auch das Foramen vertebrale, welches vom Bogen umspannt wird. Die hieher fallenden Veränderungen will ich nicht im Detail anführen, da sie insbesondere von Engel und von Lorenz genau beschrieben worden sind. Die Abweichung der Bogenwurzeln, die ovoide Gestalt des Foramen, alles das sind bekannte Dinge. Was ich hier hervorheben will, ist der Umstand, dass die Mittellinie des Bogens ebenfalls schräg steht. Und indem sie aus der Sagittalebene heraustritt, deutet diese ihre Richtung ebenfalls eine Torsion an. Das Mass, um welches die Mittellinien der Bögen aus der Sagittalebene herausrücken, ist ein anderes, als das, um welches die Mittellinien der Wirbelkörper herausrücken. Im Ganzen und Grossen aber bietet der skoliotische Wirbel eine solche Asymmetrie, dass die Mittellinie des Körpers mit ihrem vorderen, die Mittellinie des Bogens mit ihrem hinteren Ende nach der Richtung der Concavität sehen, beide Mittellinien also einen nach der Concavität offenen stumpfen Winkel

vorstellen. Nimmt man eine rechtsseitige dorsale, eine linksseitige lumbale Skoliose an, so sieht dieser Winkel am dorsalen Segmente nach links, am lumbalen nach rechts, an den indifferenten Wirbeln aber fällt die Mittellinie des Bogens mit der Mittellinie des Körpers so ziemlich zusammen.

Lorenz hat sich die Torsion eines einzigen skoliotischen Wirbels so vorgestellt, als ob sich die obere Hälfte des Wirbelkörpers mit dem davon ausgehenden Bogen gegen die untere Hälfte gedreht hätte, und zwar in jenem Sinne, in welchem die Bogenwurzeln abgeknickt sind. Nun finde ich, dass die obere Fläche gegen die untere allerdings gedreht erscheint, jedoch nicht im Sinne der Knickung der Bogenwurzeln. Diese letzteren weichen aus ihrer normalen Lage nach der Seite der Concavität ab. Wenn man aber die obere Fläche gegen die untere vergleicht und den Umstand, dass sie sich nicht decken, aus einer Drehung der Flächen sich verständlich machen will, so müsste eine Drehung der oberen Fläche nach der Convexität stattgefunden haben. (Siehe Fig. 3.)

Fig. 3.



Auch die Bedeutung der schiefen Faserung der Corticalis ist nicht jene, die ihr Lorenz zugeschrieben, und nebst Nicoladoni haben noch andere das Gewicht seiner Argumente wesentlich erschüttert.

Endlich hat Nicoladoni nach fleissigem Studium der Architektur der Spongiosa an skoliotischen Wirbeln nirgends Beweise für eine Torsion, an horizontalen Schnitten durch Bogen und Körper insbesondere nicht Spuren eines solchen Baues der Spongiosa nachweisen können, welcher auf eine Abknickung der Bogenwurzeln hinweisen würde. Ich lege zwar diesen kritischen Funden Nicoladoni's keine grosse Bedeutung bei. So sehr ich seine schönen Funde über die Vertheilung der Compacta und der Corticalis in einer skoliotischen Wirbelsäule bewundere; so muss ich sagen, dass die negativen Funde an hochgradig verbildeten skoliotischen Wirbeln bezüglich eines früheren Verhaltens und Umbaues der Architektur der Spongiosa nicht entscheidend sind. Die Interferenzwirbel sind keine normalen Wirbel; sie weichen zwar wenig von den normalen ab, allein sie zeigen schlagend einen Umbau der Spongiosa. Nun, die weit in der Convexität einer Krümmung liegenden Wirbel waren ja meist, bei beginnender Krümmung, von den normalen Wirbeln auch wenig verschieden und damals mochte, ein Umbau der Spongiosa nachweisbar gewesen sein, während bei hochgradiger Entwicklung der Deformität, den neuen

Belastungsverhältnissen entsprechend, die Spongiosa der aus der Tragfunction ausgeschlossenen Wirbelabschnitte einer starken Rarefaction und regellosen Form der Architektur der Spongiosa verfällt.

Es ist aber die Sache gewiss nicht so einfach, wie es sich Lorenz vorgestellt hatte; und wir stehen hier schwierigen Problemen gegenüber, deren Kernpunkten wir uns nur langsam nähern können.

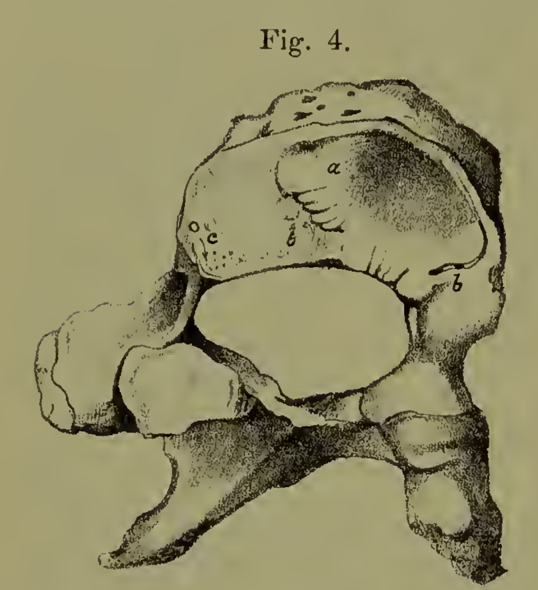
Ich will nun nach dieser kritischen Orientirung und nach der Ausscheidung des Beirrenden zu einer positiven Detailbetrachtung schreiten.

Ich habe auf der beigegebenen Tafel die oberen Ansichten der Wirbel einer doppelt gekrümmten Columna zeichnen lassen. Die Reihe reicht vom 2. bis (inclusive) 9. Dorsalwirbel. An den Flächen der Wirbelkörper sind die sogenannten Körperscheiben so ziemlich erhalten. Man sieht an den drei oberen Wirbeln, wie sich die obere Fläche nach rechts hin (nach der Concavität) verlängert, indem sie gleichzeitig auch schmächtiger wird. Dann kommt der 5. und der 6. Wirbel, die Interferenzwirbel sind; die Gesammtgestalt der oberen Basalfläche ist der normalen viel ähnlicher, am 6. Wirbel ist sie fast normal und das betreffende Wirbelloch fast kreisrund. Am 7. Wirbel beginnt aber bereits wieder die skoliotische Form der Basalfläche. Da die Krümmung des Segmentes eine entgegengesetzte geworden ist, so ist die Basalfläche nach links verlängert, sie läuft förmlich in einen Zipfel aus; das Wirbelloch ist aber noch nicht so ovoid, wie bei den folgenden Wirbeln, wo das schmale Ende nach der Concavität sieht. Am 8. und 9. Wirbel ist das Wirbelloch entschieden ovoid, die Basalflächen sind, wie die Reste der Körperepiphyse zeigen, auf der convexen (rechten) Seite noch von nahezu normaler Configuration, aber auf der concaven Seite wächst die Fläche in einen schmäleren Zipfel aus, der sich bis über die concave Bogenwurzel legt. An allen Flächen ist die von Lorenz hervorgehobene Umknickung der hinteren Fläche des Wirbels auch am hinteren Umriss der Basalfläche zu sehen. Dieser Umknickung entspricht die Lage des Emissariums. Wenn ich einen der vorliegenden Wirbel, z. B. den 7. betrachte und, die Mitte der hinteren Wirbelfläche ins Emissarium verlegend, frage, welcher Theil des Wirbels in die Quere gewachsen ist, so kann ich nur sagen, der linke (concave); an der convexen Hälfte sehe ich keine auffälligen Gestaltveränderungen, insbesondere aber nicht ein Wachsthum in die Breite; eine entschiedene Verbreiterung finde ich links.

Wie diese Gestaltveränderung zu Stande komme, darüber gibt Nicoladoni einen mir sehr willkommenen Aufschluss. Ich zeichne seine Fig. XXV her und füge die von ihm hinzugefügte Erklärung der Figur hinzu. Sie lautet: »Fig. XXV zeigt den siebenten skoliotischen Brustwirbel dieser Scoliosis dorsalis dextro-convexa. Wir sehen an demselben bei der Betrachtung von oben den kurzen, mit einer Apophyse versehenen, linken Proc. transversus, die kurze schmächtige linke Bogenwurzel, den breit

gedrückten Proc. articularis. Bei *a* findet sich die tiefe, dem Nucleus pulposus ensprechende Lücke und rechts und links davon die noch deutlich kennbaren Furchen der ehemaligen Bogenepiphysen. (*bb*). Was daher diese beiden zwischen sich fassen, ist unzweifelhaft Wirbelkörper. — Und wo steht dieser? Mit seiner ganzen Masse in der convexen Seite der Krümmung, und zwar gegen diese Seite hinübergedrängt durch ein grosses Knochenstück *bc*, welches sich zwischen concavseitiger Bogenepiphyse und Ursprung der schmächtigen concaven Bogenwurzel eingeschoben hat. Unmittelbar vor Abgang der letzteren zeigt das eingeschaltete Knochenstück die Spuren von Pressung in Gestalt einer die Wandung des Wirbelkörpers überragenden Verbreiterung. Die gleichen Verhältnisse finden sich an der unteren Fläche (Fig. XXVI) dieses Wirbels mit derselben Deutlichkeit wieder; aber Niemand wird, so sehr er auch den Wirbel drehen und wenden möge, behaupten wollen, dass eine Abknickung der concavseitigen Bogenwurzel, wie Lorenz will, diese eigenthümlichen Gestalt-Veränderungen hervorgerufen habe.«

Fig. 4.



Wir könnten die Beschreibung von Wort zu Wort acceptiren, bis auf einen Punkt. Dass der Wirbelkörper durch das Knochenstück *bc* gegen die convexe Seite hinübergedrängt ist, das sehen wir nicht. Wir sehen einfach, dass neben der concavseitigen Bogenepiphysenlinie ein grosses Knochenstück liegt; die Lage kann man sehen, den Vorgang des Hinüberdrängens nicht, das ist hineininterpretirt. Wir sehen also auf der concaven Seite zwischen der Grenze des Wirbelkörpers und der Bogenwurzel ein grosses Knochenstück *bc*; dieses Knochenstück wird sich wohl an dieser Stelle entwickelt haben. Diese Stelle gehört aber der Concavitätsseite an. Der concave Theil des Wirbels ist dadurch vergrössert, insbesondere verbreitert; das Knochenstück hat sich zu Gunsten des concaven Theiles des Wirbels entwickelt. Dem entsprechend ist auch die Distanz des Emissariums von der concavseitigen Bogenwurzel bedeutend grösser geworden. Die concavseitige Wirbelhälfte ist also in die Fläche vergrössert, an der convexen sieht man keine Zeichen von Vergrösserung. Genau dieselben Verhältnisse zeigt auch die hier unter Fig. 5 gegebene Zeichnung desselben Wirbels von unten her. (Bei Nicoladoni Fig. XXVI.) Auch hier sieht man neben dem Wirbelkörper an der concaven Seite ein grosses und an der convexen Seite ein kleines Knochenstück. Bei Betrachtung dieses Wirbels bemerkt Nicoladoni: »Unmittelbar vor Abgang der concaven Bogenwurzel zeigt das eingeschaltete Knochenstück die Spuren der Pressung

in Gestalt einer die Wandung des Wirbelkörpers überragenden Verbreiterung.« Wir erblicken in der gesammten flächenhaften Ausdehnung des eingeschalteten Knochenstückes den Ausdruck der Pressung und glauben, dass dieses Stück nach allen Richtungen in die Fläche wächst, ja am Rande förmlich überquillt.

Fig. 5.



Sehr interessant sind nun die Funde, die Nicoladoni an horizontalen Schnitten durch die Wirbelkörper eines rhachitischen, ein Jahr alten Individuums gemacht hat. Man braucht nur die Figur 6 anzusehen, um die Analogie des Befundes mit der obigen Figur zu erblicken.

Hätte Nicoladoni bei Betrachtung der soeben vorgeführten Funde nur immer gefragt: Wo ist die anatomische Mitte? Welche Hälfte ist grösser? — er wäre dem fundamentalen Irrthum entronnen, der sich durch seine beiden Arbeiten zieht und den zu beseitigen schon höchste Zeit war.

Wir müssen daher die Vorstellung aufrichten, dass die concavseitige Wirbelhälfte in die Breite wächst, während sie zugleich niedriger wird.

Ein sehr wichtiger, bei der Betrachtung des Wirbels von oben auffälliger Punkt wäre die Lage der Processus articulares, beziehungsweise der Gelenkflächen.

Die Kleinheit der Flächen der Bogengelenke und die vielen Abweichungen, die sich in ihrem Detail wahrnehmen lassen, haben bisher eine strengere Betrachtung ihres Verhaltens ferngehalten. Und doch wird sich früher oder später die Nothwendigkeit herausstellen, auch dieses so wenig anlockende Thema anzugreifen. Es wurde schon von anderen Beobachtern angedeutet, dass sich die Brustwirbelgelenke zusammenfassend betrachten liessen. Wenn die paarigen Gelenksfacetten Theile einer Cylinderfläche wären, dessen Axe in dem entsprechenden Nucleus pulp. liegt, so wäre ein ganz strengen Betrachtungen unterliegendes Verhalten vorhanden. Es liesse sich das ganze System der Brustwirbelgelenke so betrachten, als ob es beim noch nicht gehenden Kinde einer einzigen Cylinderfläche angehören würde; die Axe des Cylinders würde durch die Mitte sämmtlicher Nuclei pulposi gehen. An einem Individuum, das bereits geht, und das somit die physiologische Kyphose besitzt, erschiene der Cylinder in seiner Axe gekrümmt. Bildet die physiologische Kyphose des Dorsalsegmentes einen Kreisbogen, so

Fig. 6.



würden dann die Gelenkflächen auf einer sogenannten Ringfläche liegen, welche man sich so entstanden denken kann, als ob ein gerader Cylinder mit kreisförmigem Querschnitt sich unter kreisförmiger Krümmung seiner Axe mit beiden Enden aneinander legen würde, welche aber in strengerer Form als Rotationsfläche so abgeleitet wird, dass man sich einen Kreis um eine ausserhalb desselben gelegene Gerade rotiren denkt (wobei der Mittelpunkt des Kreises in einer auf jene Gerade senkrechten Ebene sich bewegt).

Wenn nun des Besonderen das Verhalten der Flächen der Bogengelenke mit Rücksicht auf die Flächenansicht geprüft werden soll, so ist Folgendes zu bemerken. Die Gelenkflächen stehen — wenn der einzelne Wirbel für sich betrachtet wird — senkrecht. Der horizontale Querschnitt der Gelenkfläche steht senkrecht auf der Richtung der Bogenwurzel und da beide Bogenwurzeln mit der Mittellinie des Bogens gleiche Winkel einschliessen, so sind auch die Winkel, welche die horizontalen Querschnitte der Gelenkflächen mit der Mittellinie einschliessen, auf beiden Seiten gleich. Prüft man nun skoliotische Dorsalwirbel, so ist dieser Winkel nicht mehr gleich. Man könnte nun vermuthen, dass diese Ungleichheit durch die Ungleichheit der Divergenz der beiden Bogenwurzeln bestimmt sei; die convexseitige Bogenwurzel weicht nämlich von ihrer Richtung weniger ab als die concavseitige. Im Allgemeinen mag es auch sein, dass diese Ungleichheit in dem Grade der Divergenz die veränderte Stellung der Gelenkflächen in erster Linie beeinflusst; allein es kommen solche Asymmetrien der Stellung vor, die von diesem Momente allein nicht abhängen können. Zudem treten aber an den Gelenkflächen auch weitere Veränderungen auf, welche die Analyse dieses Verhältnisses bedeutend trüben, so die Verlagerungen der Gelenkflächen auf andere Punkte, die Fortführung ihrer Fläche besonders in die Breite und die veränderte Neigung. Einfacher sind die Verhältnisse am Lendensegment, wo eine asymmetrische Stellung der Gelenkflächen im Sinne einer Drehung in die Augen fällt.

II.

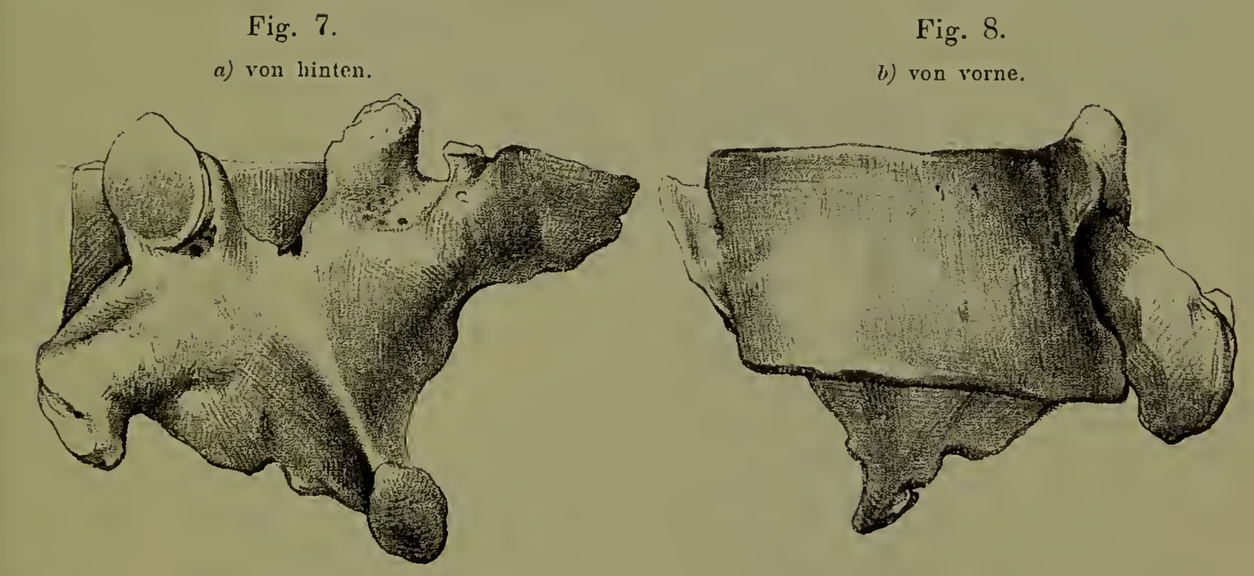
Die Inflexion.

Dass der skoliotische Wirbel einen Keil vorstellt, dessen Spitze nach der concaven und dessen Basis nach der convexen Seite gerichtet ist, ist allgemein bekannt. Aber auch die übrigen Bestandtheile des Wirbels, die Bogenwurzel, der Gelenktheil und der Schlusstheil des Bogens, sind auf Seiten der Concavität niedriger, schmächtiger, überhaupt weniger entwickelt oder, wie man sagt, atrophisch. Diese Reihe von Veränderungen bezeichnet Lorenz als Inflexionsveränderungen.

Indem ich auf die von ihm gegebene Darstellung verweise, kann ich jedoch nicht umhin, hervorzuheben, dass ich bei der Betrachtung der skoliotischen Wirbel einem anderen Principe folge, als er. Er betrachtet die concavseitige Wirbelhälfte in allen Dimensionen und findet sie im Ganzen atrophisch; er findet also die Theile kürzer, schmäler, niedriger und bezeichnet diese körperliche (in allen drei Dimensionen sich kundgebende) Kleinheit als den Ausdruck der Inflexion.

Bei der von mir angestellten Betrachtung schien es mir zweifelhaft, ob die in allen Dimensionen sich kundgebende Kleinheit der concavseitigen Wirbelhälfte als Folge der seitlichen Neigung der Säule aufgefasst werden könne. Es schien mir z. B. nicht ausgemacht, dass die Verkürzung der Bogenwurzel im anteroposteriosen Durchmesser eine Folge der In-

Fig. 7. *a)* von hinten. Fig. 8. *b)* von vorne.



flexion sei, während es keinem Bedenken unterworfen ist, die geringere Höhendimension, sowohl des Wirbelkörpers, wie auch des Bogens und des Gelenksfortsatzes, als den Ausdruck eines senkrecht wirkenden Druckes sich vorzustellen.

Es schien mir im Interesse einer blossen Beschreibung angezeigter, als Inflexionsveränderungen jene anzusehen, welche sich auf der frontalen Projection ermitteln lassen. Auf einer solchen Projection erblicke ich die Asymmetrie zwischen rechts und links. Das in dieser Weise angestellte Studium der lateralen, auf rechts und links bezogenen Asymmetrie wäre erschöpfend, wenn man den Wirbel von vorne nach rückwärts vorschreitend in lauter senkrecht hintereinander folgende Durchschnitte zerlegen würde.

Denkt man sich eine solche Untersuchung vorerst in thesi, so wird man bei der Betrachtung Manches auffinden, was nicht unter die Vorstellung einer blossen Volumsabnahme auf Seiten der Concavität fällt, sondern eine andere Idee anregt.

Ich greife diesbezüglich aus einer Arbeit von Dr. L. Seeger (Wiener med. Presse 1889, Nr. 37—41) — eine Arbeit, welche neben

Missverständnissen in der Hauptfrage einige ganz hübsche Detailfunde enthält — Folgendes heraus. Seeger findet, dass der Wirbelbogen eine Drehung um eine sagittale Axe eingeht gegenüber dem Wirbelkörper, und dass sich diese Drehung schon an der Umgestaltung der vorderen Bogenstücke (der Bogenwurzeln) erkennen lässt. Ich setze hier die Abbildung eines Wirbels, an welchem die Basalflächen des Wirbelkörpers geradezu parallel sind, bei welchem aber der gesammte Bogen augenscheinlich eine Drehung um eine sagittale Ansicht erfahren hat; die Vorstellung, die Seeger entwickelt, ist zweifellos richtig. Sie ist auf der frontalen Projection des Wirbels ersichtlich (die beigelegte Fig. 7 u. 8 entspricht ja einer solchen), und doch wird man in diesem Verhalten kaum den Ausdruck einer blossen Dimensionsabnahme erblicken können, sondern den einer Umgestaltung. Auf einem durch beide Bogenwurzeln gelegten Frontalschnitte wird man in dem hier gedachten Falle den Schnitt der convexseitigen Bogenwurzel als aufrecht stehende, den Schnitt der concavseitigen als eine schräg stehende Ellipse erblicken. Und das sind keine blossen Abnahmen der Dimension, sondern Umänderungen der Form.

Ich glaube, dass man aus diesem Beispiele entnehmen wird, wie nothwendig es bei der endgiltigen Feststellung des Problems sein wird, eine einheitliche Betrachtungsweise und eine einheitliche Terminologie einzuhalten. Das Folgende wird es noch mehr erweisen.

III.

Die Reclination.

Wenn in dem Vorangegangenen angeregt wurde, die Asymmetrie des skoliotischen Wirbels mit Bezug auf das Rechts und das Links so zu studiren, dass man den Wirbel in senkrechte Frontalschnitte zerlegt; so soll jetzt unter dem Terminus »Reclination« die Asymmetrie zwischen Vorn und Hinten verstanden werden, die so zu studiren wäre, dass man den Wirbel in Sagittaldurchschnitte zerlegt. Der Ausdruck »Reclination« ist vielleicht ebenso präjudicirlich, wie der Ausdruck »Inflexion« mit Bezug auf die frontale Projection. Aber, wie Lorenz, musste auch ich der kurzen Verständigung halber einen Terminus schaffen.

Die schlagendste Erscheinung dessen, was ich Reclination nenne, ist der Unterschied zwischen der Höhe des Wirbelkörpers vorne und hinten. Wenn man die beiden hier beigelegten Figuren ansieht, so sieht man klar, dass der Wirbelkörper in seiner concaven Hälfte hinten niedriger ist, als vorne. Der Wirbelkörper ist also keilförmig in doppeltem Sinne. Er ist

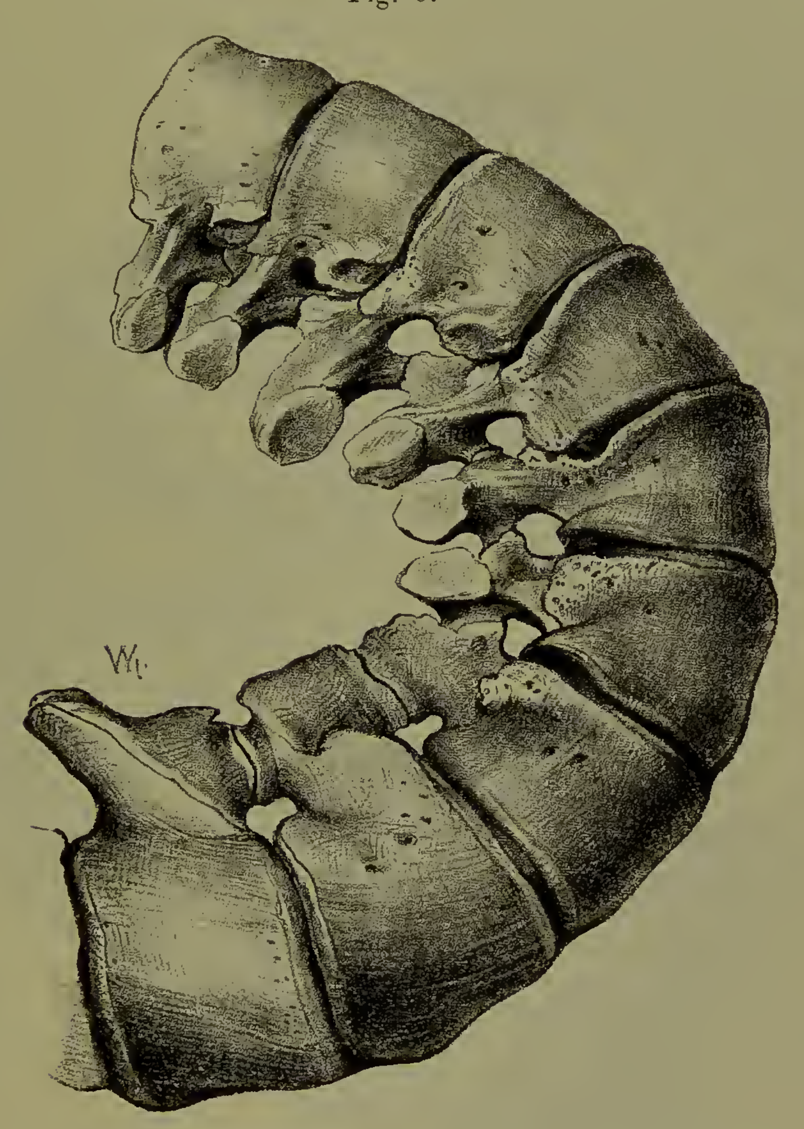
nicht nur von einer Seite zur anderen, sondern auch von vorne nach hinten abgeschrägt. In Fig. 10 berühren sich förmlich die Basalflächen hinten.

Es ist mir nicht bekannt, dass diese so wichtige Erscheinung an einem skoliotischen Präparate früher hervorgehoben worden wäre.

Und doch liegt hier zweifelsohne ein Punkt von Wichtigkeit vor. Schon Schildbach hat darauf verwiesen, dass das Verschwinden der phy-



Fig. 9.



siologischen Kyphose des Dorsalsegmentes ein wichtiges Zeichen der Skoliose sei, ja dass diese Geradrichtung des Dorsalsegmentes häufig die Entwicklung einer schweren Skoliose geradezu anzeige. Lorenz hat die Haltung jener Mädchen, bei welchen sich diese Erscheinung frühzeitig bietet, mit treffenden Worten geschildert.

Bedenkt man, dass diejenigen Brustwirbel, an denen die skoliotischen Veränderungen am häufigsten aufzutreten pflegen, im normalen Zustande vorne niedriger sind als hinten, so dass sie einen mit der Spitze nach vorne gerichteten Keil vorstellen — allerdings einen Keil mit höchst geringem Neigungswinkel der Flächen — so ist schon die blosse Geradhaltung

dieses Segmentes eine virtuelle Lordose und wenn der betreffende Wirbel eine dieser Haltung entsprechende Form annimmt, d. h. die Keilgestalt verliert, so ist er schon ein zugleich lordotischer Wirbel. Entwickelt sich die Skoliose weiter, so wird der Wirbel, wie gesagt, hinten sogar niedriger als vorne, die Keilgestalt wird zu einer umgekehrten, die Spitze des Keiles sieht nach hinten, die Lordose wird augenscheinlich evident. Aber dies findet nur auf Seiten der Concavität statt.

Fig. 10.



Die Geradrichtung des Dorsalsegmentes ist in den hieher zu zählenden Fällen eine sehr frühzeitige Erscheinung. In meiner Sammlung befindet sich das Präparat einer skoliotischen Wirbelsäule von einem Individuum aus der späteren Kindheit, und da ist die ganze Rückenwirbelsäule schon wie ein gerader Stab aufgerichtet, während die eigentlich skoliotischen Erscheinungen — die Inflexionssymptome — an einem einzigen der oberen Brustwirbel eben nur angedeutet sind. Ein solches Präparat

beleuchtet uns die so zahlreichen Fälle der »puppenhaften« Haltung (Lorenz) bei beginnender Skoliose auf das schlagendste.

Sehr interessant ist nun das Verhalten der Gelenkflächen. Denkt man sich einen Sagittalschnitt durch die Gelenkflächen der convexen und einen solchen durch die Gelenkflächen der concaven Wirbelhälfte, so zeigt sich an jener die Neigung der Gelenkfläche gegen den Horizont vermindert, an dieser hingegen vermehrt. Mit anderen Worten die Gelenkflächen der convexen Seite stehen mehr aufrecht, die der concaven liegen eher.

Hier bieten sich der Erklärung grosse Schwierigkeiten. Wenn man die Gelenkflächen des normalen Brustwirbels betrachtet, so können sie, wie gesagt, ganz gut als Stücke der Mantelfläche eines Cylinders angesehen werden, dessen Axe durch die Centra der Nuclei pulposi verlaufen würde. Fängt nun das Kind zu gehen an, so treten die physiologischen Krümmungen der Wirbelsäule auf, am Dorsalsegmente die physiologische Kyphose. Der Cylinder, auf dessen Mantelfläche die Gelenkflächen liegen, krümmt sich und zwar so, dass seine Axe einen Kreisbogen bildet; man denke etwa an eine cylindrische Ofenröhre, die man so krümmt, dass ihre Axe einen Kreisbogen bildet. Der Radius des Kreises, in welchen sich diese Axe hineinkrümmt, ist das Mass der physiologischen Kyphose. Die Gelenkflächen der Brustwirbel stehen nun nicht mehr aufrecht, sie liegen nicht mehr auf der Mantelfläche eines senkrechten Cylinders, sondern auf einer krummen Fläche eigener Art.*) Uns Aerzten ist das ringförmige Pessarium ein naheliegender Gegenstand. Die gesammte Oberfläche eines Pessariums ist eine regelmässige krumme Fläche dieser Art.

Denke ich mir das Pessarium in etwa sechs gleiche Theile zerschnitten, so stellt jedes Sechstel einen schwach gekrümmten Cylinder vor und auf der Mantelfläche eines solchen Cylinders liegen etwa die Gelenkflächen des Dorsalsegmentes einer mit der physiologischen Krümmung bereits versehenen Wirbelsäule, d. h. sie fänden auf einem solchen Stücke sämmtlich Platz, wenn man sich das Stück in entsprechender Vergrösserung vorstellt. Dementsprechend stehen die Gelenkflächen des Dorsalsegmentes eines bereits gehenden Individuums nicht senkrecht, sondern sie zeigen eine Neigung, eine Dachung. Verschwindet die physiologische Kyphose, so muss bei dauernder Fixirung des Zustandes auch diese Neigung verschwinden und die Gelenkflächen müssen wieder senkrecht stehen, d. h.

*) Es ist dies eine Fläche, die man sich dadurch entstanden denkt, dass ein Kreis um eine ausserhalb desselben liegende Gerade rotirt. Eine solche Fläche wird durch die Gleichung: $x^2 + y^2 + z^2 = R^2 + r^2 - 2 R \sqrt{r^2 - z^2}$ ausgedrückt; wobei r den Radius des rotirenden Kreises, R den Radius des Rotationskreises bedeutet. Mit Rücksicht auf die Wirbelsäule wäre also r = dem Radius jenes Kreises, in dem die wagrechten Durchschnitte der beiden Gelenkflächen desselben Wirbels liegen; R = dem Radius jenes Kreises, als dessen Bogenstück die kyphotische Strecke des Dorsalsegmentes der Wirbelsäule angesehen werden kann.

in ihrer Gesammtheit auf der Mantelfläche eines aufrechten Cylinders erscheinen, dessen Axe durch die Centra der Nuclei pulposi geht. Und in der That sieht man auf der convexen Seite einer skoliotischen Wirbelsäule die Gelenkflächen senkrechter stehen, ja mitunter sogar über die senkrechte Lage zurückgeneigt. Aber ebenso zeigt sich auf der concaven Seite das entgegengesetzte Verhalten; die Gelenkflächen erscheinen hier nicht nur nicht stärker aufgerichtet, sondern im Gegentheile stärker nach vorne geneigt. Also gerade auf jener Seite, wo der Wirbelkörper die entschiedenste Reclinationserscheinung zeigt, bietet die Gelenkfläche ein entgegengesetztes Verhalten, der Körper deutet ein Versinken nach rückwärts die Gelenkfläche ein Umsinken nach vorwärts an.

Dasselbe Verhalten wie die Gelenkflächen zeigen auch die Schlusstheile des Bogens. Wenn wir uns je einen sagittalen Sehnitt zu beiden Seiten des Dornfortsatzes, zwischen diesem und den Gelenksfortsätzen, dureh den Schlusstheil der Bogen gelegt denken, so bemerken wir, dass die Durchschnittsfläche auf Seiten der Convexität steiler steht als auf Seiten der Concavität; häufig sehen wir, wie die Gelenkflächen der aufsteigenden Gelenksfortsätze förmlich in einer Flucht mit der hinteren Fläche des Bogens verlaufen. Dabei ist häufig der convexseitige Bogen dünner, der concavseitige dicker.

Eine Erklärung dieses Verhaltens scheint mir aus der folgenden Betrachtung sich zu ergeben.

Man denke sich in der Luft eine Platte, ein Brett, so schwebend, dass sich dieselbe mit ihrem oberen Rande nach vorne neigt. Bringt man nun am oberen Rande eine aufwärts und am unteren Rande eine abwärts ziehende Kraft an, so wird sich die Platte senkrecht stellen. Die Schlusstheile der Bögen sind nun untereinander mittelst der Ligamenta flava verbunden. Wird nun die Säule nach einer Seite ausgebogen, so rücken in der Concavität die Bögen einander näher und die Ligamenta flava ersehlaffen; auf der convexen Seite jedoch, die jetzt länger geworden ist, als in der Norm, werden die Ligamenta flava gespannt und sie können nun einen Zug ausüben, der auf die convexseitigen Wirbelbögen aufriehtend wirkt. Auf der coneaven Seite hingegen rücken die Wirbelbögen bis zur Berührung und Pressung zusammen und es tritt das Entgegengesetzte — die Flachlegung des Bogens — ein.

Ob nun die steilere Aufrichtung der Bogenhälfte schon an und für sich aueh die steilere Stellung des aus ihr hervorgehenden Gelenksfortsatzes nach sich zieht — oder ob hier das eingangs hervorgehobene Verschwinden der physiologischen Kyphose schon von früher her, bevor die Säule ins Neigen kam, von Einfluss war, ist schwer zu sagen; jedenfalls ist dieses Verschwinden ein wichtiges Symptom der Skoliose.

Wir sehen an sehr hoehgradigen Skoliosen die sagittalen Krümmungen verwischt oder verschwunden, was nur durch Reclination erklärt werden kann.

Ueberhaupt ist die Analyse der Gelenksveränderungen an den skoliotischen Wirbeln einer der complicirtesten Gegenstände, da hier Stellung des Fortsatzes, Neigung der Fläche, Zugrundegehen und andererseits wieder Fortführung der Gelenkfläche in fast unentwirrbarer Weise ineinandergreifen. An Präparaten hochgradiger alter Skoliosen — und in der Regel sind es nur solche, die uns in den Museen zur Verfügung stehen — findet man aber nur die letzten stehengebliebenen Phasen der Umänderungen; was mag Alles vorausgegangen sein? Fasst man an alten Skoliosen jene Veränderungen ins Auge, die an den in den Endpunkten des skoliotischen Bogens stehenden Wirbeln wahrzunehmen sind, also an Wirbeln, die den skoliotischen Charakter nur angedeutet tragen, so ist die Ausweitung der Gelenkfläche nach Seiten der Concavität wohl das erste Symptom, und es ist dies ein reines Inflexionssymptom.

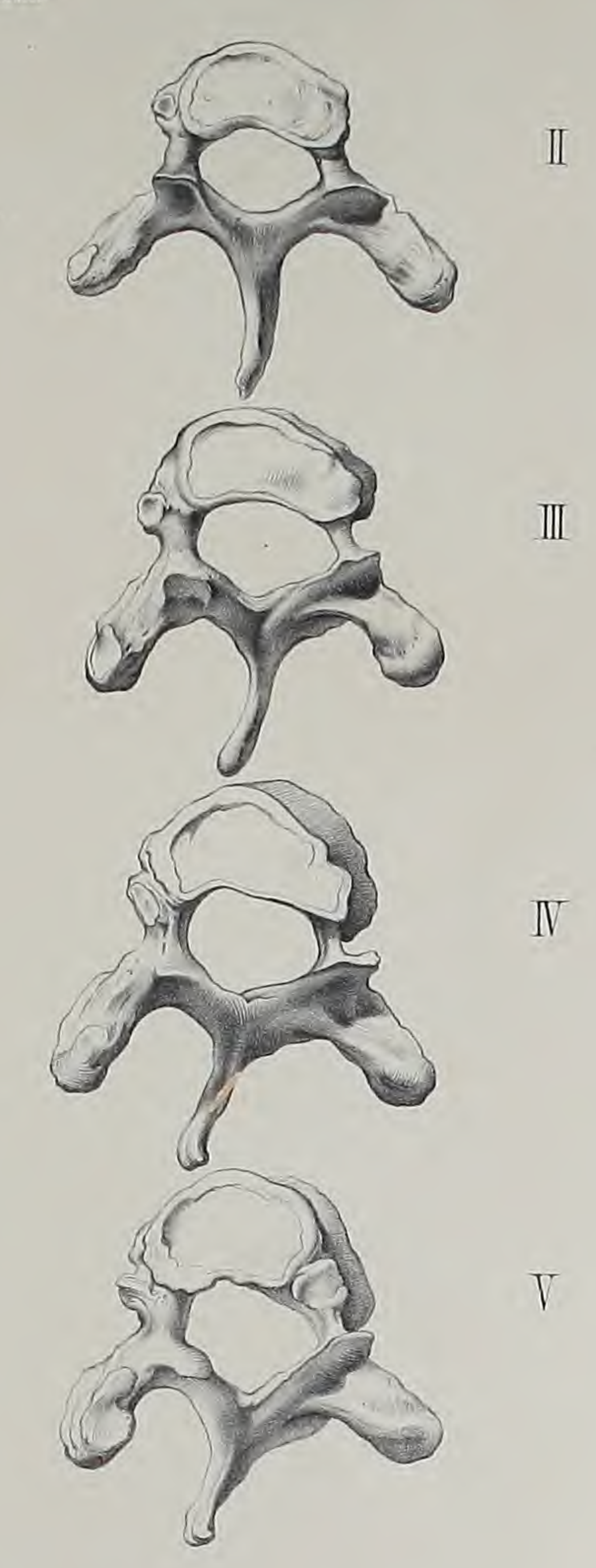
Als Reclinationserscheinung fasse ich auch noch die mehr horizontale Stellung der Dornfortsätze auf; einzelne derselben zeigen häufig eine nach oben sehende Concavität ihres oberen und unteren Randes.

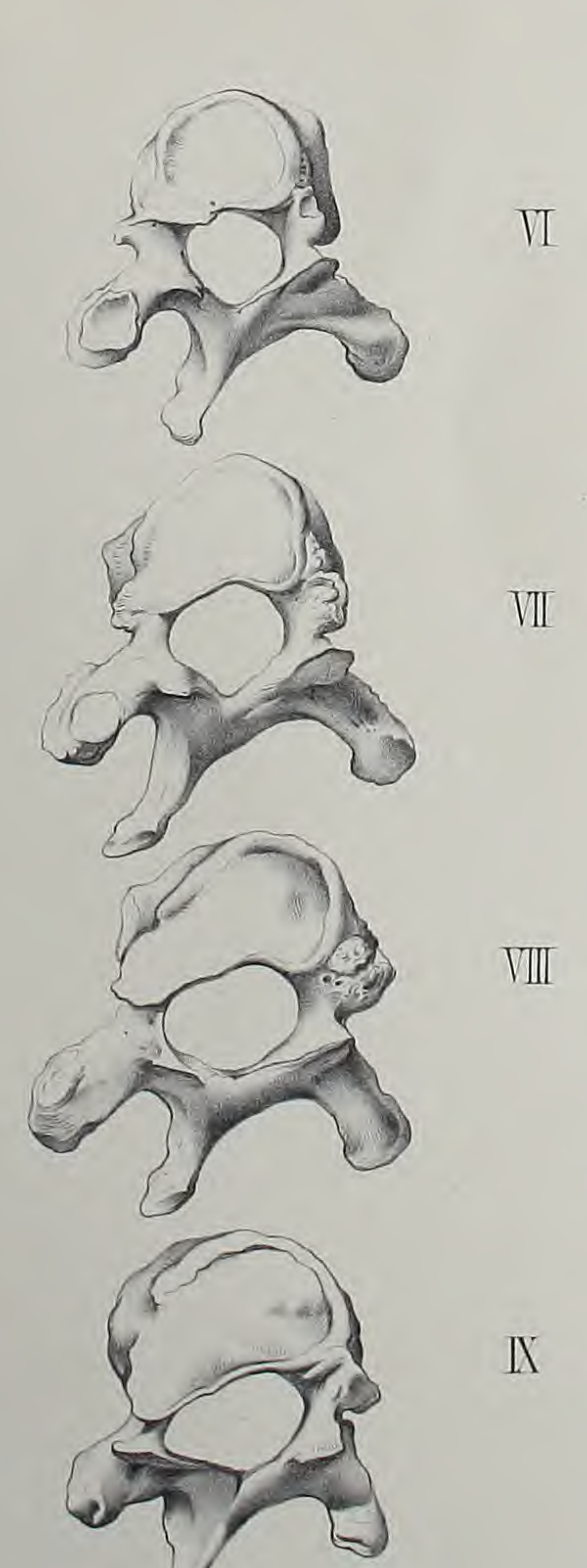
Wann und welcher Weise die Inflexion und Reclination aufeinanderfolgen oder gleichzeitig zusammenwirken, ist heute noch unerklärlich, und dürften hier verschiedene Typen des Vorganges aufzufinden sein.

Es ist mir dermalen anderer Arbeiten wegen unmöglich, das Thema der Skoliose weiter zu verfolgen. Ein entschieden skoliotischer Wirbel zeigt die Asymmetrien seines Baues nach so verschiedenen Richtungen, dass kaum ein Punkt der concavseitigen Hälfte zu dem entsprechenden Punkte der convexseitigen Hälfte die normale Relation zeigt. Der Umbau ist ausserordentlich gründlich. Der Gesammteindruck ist wohl der, dass, was in der einen Dimension verloren geht, in der anderen gewonnen wird: so ist die concavseitige Körperhälfte niedriger, dafür aber in der Fläche ausgedehnter; die convexseitige Bodenhälfte niedriger, aber dafür dicker; der concavseitige Querfortsatz dünner, dafür aber länger; an den Lendenwirbeln zumal findet man in höchst auffälligem Masse, dass die Bogenwurzel der concaven Seite, sowie sie niedriger wird, auch schon an Dicke gewinnt. Im Ganzen und Grossen macht es den Eindruck, als ob die convexe und concave Wirbelhälfte jede ein gleiches Quantum an Materiale, aber in asymmetrischer Verwendung aufwiese.

Hiezu kommt noch weiters die Erwägung, dass nicht nur die Volumsentwicklung, sondern auch die Dichtigkeit des Gefüges in Betracht zu kommen hat. Nicoladoni's schöne Entdeckungen zeigen, wie z. B. auf Seiten der Convexität die Formen voluminöser, aber das Gefüge des Knochens substanzärmer ist, während auf Seiten der Concavität Gebilde, die sehr wenig voluminös erscheinen, im Innern ausserordentlich dicht gefügt und compact sind. Es wird also die Aufgabe weiterer Untersuchungen sein, auch die Asymmetrie des Gefüges genauer zu studiren.







Fritz Meixner del. Ed. Gröber lith.

Verlag von Alfred Hölder, k.u.k. Hof-u. Universitäts-Buchhändler in Wien.

